

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-298260

(43)Date of publication of application : 18.11.1997

(51)Int.Cl.

H01L 23/373

(21)Application number : 08-134309

(71)Applicant : TONEN CORP

(22)Date of filing : 01.05.1996

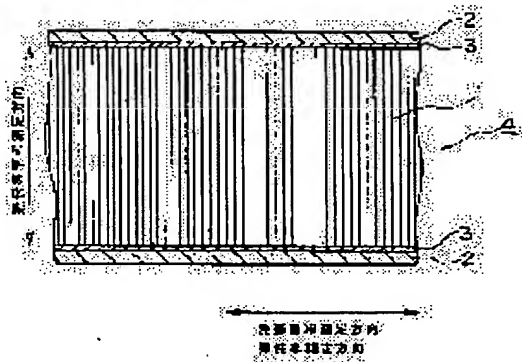
(72)Inventor : TSUSHIMA EIKI
TAKAYASU JUN

(54) HEAT RADIATION PLATE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To raise the thermal conductivity in the thickness direction of a flat plate made of a uni-directionally C fiber-reinforced composite material with the C fibers arranged in the thickness direction, by covering the front and back surfaces of the plate with thin plate-like metal members of specified thickness or less through a metal braze.

SOLUTION: A flat plate 1 is made of a uni-directionally C fiber-reinforced composite material with the C fibers arranged in the thickness direction and the front and back surfaces of the plate 1 are covered with thin plate-like metal members 2 of about 50 μ m or less through a metal braze. A heat radiation board 4 is composed of this flat plate 1 made of the uni-directionally C fiber-reinforced composite material with the C fibers arranged in the thickness direction, metal members of a high thermal conductivity covering the front and back surfaces of the plate 1, and polymer adhesive layers. This provides a thermal conductivity in the thickness direction equal to that of a Cu-W composite material as well as superior air tightness and seal property.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-298260

(43) 公開日 平成9年(1997)11月18日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 23/373

H 0 1 L 23/36

M

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平8-134309

(22) 出願日

平成8年(1996)5月1日

(71) 出願人

390022998

東燃株式会社

東京都渋谷区広尾一丁目1番39号 恵比寿

プライムスクエアタワー

(72) 発明者

津島 栄樹

埼玉県入間郡大井町西鶴ヶ岡1丁目3番1

号 東燃株式会社総合研究所内

(72) 発明者

高安 潤

埼玉県入間郡大井町西鶴ヶ岡1丁目3番1

号 東燃株式会社総合研究所内

(74) 代理人

弁理士 河備 健二 (外2名)

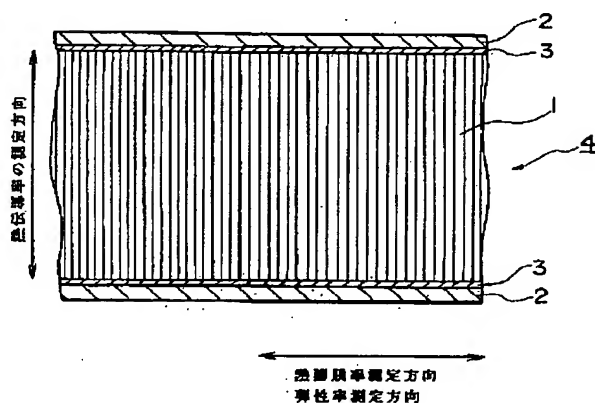
(54) 【発明の名称】 放熱板

(57) 【要約】

(修正有)

【課題】 厚さ方向の熱伝導率が大きく、且つ広さ方向の熱膨張係数や弾性率が小さく、その上十分な強度、平面性及び気密性を有し、しかも半導体及びセラミックス等の封止材料との接着性が良好で、使用時の温度変化による熱応力の発生が十分に小さく、剥がれや割れや半導体への悪影響が生じない、信頼性の高い放熱板を提供する。

【解決手段】 炭素繊維が厚さ方向に配列している一方向性炭素繊維強化複合材料1の表裏両面が、薄板状の金属部材2によって金属ロウ材層3を介して被覆されている構造からなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭素繊維が厚さ方向に配列している一方向性炭素繊維強化複合材料の平板の表裏両面が、厚さ約50 μ m以下の薄板状金属部材によって金属口を介して被覆されている構造からなることを特徴とする放熱板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する分野】本発明は、放熱板に関するものである。特にコンピュータ等に使用される集積回路（MPU、CPU、DRAM等）及びパワートランジスタ等のパワーデバイスとして使用される半導体素子等の発熱による温度上昇を防ぐために、それらの面に接着して用いられている放熱板に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、コンピュータの高性能化、特に高速化が著しい。これらは主に、MPUと呼ばれる半導体集積回路の周波数の高周波数化による処理高速の向上によるものであるが、これらの高周波数化に伴い、半導体素子からの発熱が増大し、その放熱が重要な問題となってきた。半導体素子の発熱による温度上昇が問題になると、半導体素子をプラスチック等で封止したパッケージの外面にアルミニウム等の放熱フィンを接着したり、パッケージの外面を冷却ファンで気流を流して冷却する方法がとれてきた。ただ、この方法では、放熱冷却は熱伝導率の低いセラミックスあるいはプラスチック等のパッケージ封止層を介して行われるので、放熱冷却の効率が悪く、また放熱フィンあるいは冷却ファン等のとりつけが必要で、全体の容積、重量が大きくなってしまいう問題点があった。

【0003】更に、集積度が大きくなり、あるいは高速処理、高出力になって、素子の発熱による温度上昇が大きくなってくると、半導体素子の裏面に、熱伝導率の高い放熱板（放熱窓、ヒートシンク板などと呼ぶ）を接着し、放熱板の一面がパッケージの外側に露出するように封止して、この面から放熱冷却するような工夫がなされる。この場合の放熱板付半導体パッケージの断面は例えば図3で示される。図3において、4は放熱板を、5は半導体（シリコンチップ）を、6はセラミックス封止体を、7はボンディングワイヤーを、8は（入出力）端子を、それぞれ示す。

【0004】この場合の放熱板は、厚さ1mm前後（0.5～2mm）、広さ数cm角の熱伝導率が十分大きい薄板であるが、それ自体十分な強度を有し、気密性があることが必要で、更にそれはシリコン等の半導体材料と十分熱抵抗の小さい層を介して接着できること、また接着時あるいは使用時に半導体及びセラミックス等の封止材との接着面に温度変化により熱応力が発生して、剥がれ、素子不良などを生じることが全くないことが重要である。

【0005】従って、このような放熱板は、熱伝導率、強度、気密性、コストの観点からは、銅、アルミニウムなどの金属板が考えられる。たゞ、半導体として使用されているシリコン材料は、熱膨張係数（CTE）が $4.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と銅[CTE= $17 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、熱伝導率（C、T）= $390\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$]、アルミニウム（CTE= $24 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、C、T= $270\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ ）などの放熱性の高い金属に対して小さいために、それらの安価な金属を高発熱の半導体素子の放熱材として使用することは困難であった。

【0006】このような観点から、この放熱板の材料として適したものは数少なく、銅/タングステン複合材料、金属被覆CBN焼結体、窒化アルミニウム、ダイヤモンド等が検討されている（特開昭60-226149号、特公平3-29309号、特開平5-186804号各公報等）が、現在は、銅/タングステン複合材料が一部実用化されている。（なお、タングstenはCTE= $4.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、C、T= $167\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ であり、モリブデンはCTE= $5.1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、C、T= $142\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ である。）

しかしながら、タングsten及びモリブデンは弾性率がそれぞれ390GPa及び330GPaと高いために、わずかな熱膨張率の違いでも高い熱応力の発生は避けられないという難点がある。

【0007】また、超LSIなどの半導体パッケージがMPUなどとして用いられるパーソナルコンピューターなどは、携帯用として増々小さく、薄く、軽く、且つ低コストで、更に高速処理が要求されているが、従来技術では、半導体パッケージの温度上昇がネックになって処理速度を抑えざるを得ない場合も起っている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明は上記従来技術の実情に鑑みてなされたものであって、高速処理用あるいは高出力用半導体パッケージの放熱板として最適のもので、厚さ方向の熱伝導率が大きく、厚さが1mm程度（0.5～2mm）の薄板であるにもかかわらずそれ自体十分な強度、平面性及び気密性を有し、しかも半導体及びセラミックス等と高温はんだ接合が可能であり、且つ接着時及び使用時の温度変化による接着面の剥がれや素子不良の原因となるような熱応力の発生が十分に小さい、信頼性の高い放熱板を提供することを、その目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、炭素繊維が厚さ方向に配列している一方向性炭素繊維強化複合材料の平板の表裏両面が、厚さ約50 μ m以下の薄板状金属部材によって金属口を介して被覆されている構造からなることを特徴とする放熱板が提供される。

【0010】本発明者らは、先に一方向性炭素繊維強化複合材料の高熱伝導性（炭素繊維の長さ方向）、軽量、

易加工性、低弾性率（低熱応力）などの利点（金属やセラミックスに対して）に着目し、且つその欠点である気密性、強度（繊維と直角方向の強度が低い）、接合性（ハンダ濡れ性がないためハンダ接合が困難）等の面を改良することによる、すなわち炭素繊維が厚さ方向に配列している一方向性複合材料の表裏両面が金属部材によって高分子接着層を介して被覆されている構造からなることを特徴とする放熱板を提案した（特願平7-303450号）。

【0011】この放熱板は、熱伝導率の極めて大きな炭素繊維が厚さ方向に配列した一方向性複合材料の平板と、その表裏両面を覆う熱伝導率の大きな金属部材及び十分に薄くすることができる高分子接着層からなるものとしたことから、厚さ方向の熱伝導率を銅／タングステン複合材料のそれと同等又はそれ以上とすることができ、また複合材料の平板は多孔質で通気性を有するが、被覆金属部材により、気密性、封止性に優れたものとなり、且つ反りや割れのないものである。その上、この放熱板は、厚さの大部分を占める複合材料の広さ方向（即ち、厚さ方向に直角の方向）の熱膨張係数がシリコン半導体やアルミナ等のセラミックスのそれと近いものであり、また、広さ方向の弾性率も小さいものとすることができるので、温度変化による熱応力発生が小さく、剥がれ、割れ等や半導体への悪影響を生じない。たゞ、炭素繊維強化複合材料平板に薄板状の金属部材をエポキシ樹脂などの接着剤を用いて接合する場合は、エポキシ樹脂では耐熱温度が低い、電気抵抗が大きいなどの欠点があった。そこで、本発明はこの点を高分子接着剤の代りに耐熱温度の高い金属ロウを用いることによって改良するものである。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の放熱板について、詳しく説明する。本発明の放熱板は、炭素繊維が厚さ方向に配列している一方向性炭素繊維強化複合材料の表裏両面が、薄板状の金属部材によって高融点の金属ロウ材層を介して被覆されている構造からなることを特徴とする。

【0013】すなわち、本発明の放熱板の外観は図1で示されるものであり、その構造は図2に示されるような積層構造からなるものである。図2において、1は炭素繊維が厚さ方向に配列している一方向性炭素繊維強化複合材料の平板を、2は薄板状の金属部材を、3は金属ロウ材層を、4は放熱板を、それぞれ示す。

【0014】本発明で使用する炭素繊維が厚さ方向に配列している一方向性炭素繊維強化複合材料の平板は、炭素繊維の長さ方向の熱伝導率が十分に大きいものを用いることによって、その平板の厚さ方向の熱伝導率は、銀、銅、アルミニウム等の金属よりも大きくすることができる。例えば、液晶ビッチを原料にしたビッチ系炭素繊維で約3,000℃迄熱処理したものでは、長さ方向

の熱伝導率は1,000W/(m・K)以上のものがあり、そのような炭素繊維を用いて繊維容積含有率50%の一方向性複合材料を成形すると、母材の種類にかかわらず、炭素繊維の配列方向の熱伝導率は500W/m・K以上のものが得られる。

【0015】この複合材料の母材としては、炭素、シリコンカーバイド等のセラミックス、金属シリコン、ガラスなど種々のものが用い得るが、薄い板に切削加工する迄の成形コストなどの面を考慮すると、次に述べるような炭素母材が好ましい。すなわち、本発明の放熱板を構成する主要部分である一方向性複合材料の平板は、補強繊維が炭素繊維であって、母材が炭素を主成分とする炭素繊維強化炭素母材複合材料（炭素／炭素複合材料）が好適である。一方向性炭素／炭素複合材料の中でも、特に特願平6-323507号で提供されるもの、あるいは特開平3-247563号公報や特開平5-51257号の製造方法により製造されるものなどを用いることが好ましい。

【0016】上述の一方向性炭素／炭素複合材料（以降、UD C/C複合材料と記すことがある）は、一方向に配列した炭素繊維の束に、固体のビッチあるいはコークスなどの微粉体を分散したフェノール樹脂などの熱硬化性樹脂の溶液（溶媒としてフルフリルアルコールなどを用いる）を含浸した後、溶媒を乾燥除去しつつ、炭素母材前駆体を含浸され、且つ一方向に繊維が配列しているシート状物（プリプレグ）を形成し、これを一方向に多数枚積層して、加圧下に加熱して熱硬化性樹脂部分を硬化させて、その後不活性雰囲気中で高温焼成して、フェノール樹脂とビッチあるいはコークスの微粉体を炭素化するという方法によって製造されるものである。この方法によれば、再含浸、再焼成のような緻密化処理なしで、一回の焼成炭化処理にて、必要十分に緻密な母材組織が得られることが特徴である。

【0017】上述の方法で得られたUD C/C複合材料は、その所定の大きさのブロックを繊維の配列方向に対して直角方向に、ワイヤーソーあるいは回転ダイヤモンドソーなどで、厚さ1mmのような薄板を精度良く切出すことができるので、特に好ましい。また、上述のUD C/C複合材料は、繊維の配列方向と直角方向の弾性率が5～10GPaと低いため、この方向の伸縮性があり、金属やセラミックスなどの熱膨張係数の異なる材料とこの方向で接合した場合、熱応力緩和作用が発現される。特に、繊維軸方向の熱伝導率が400W/m・K以上であり、繊維軸と直角方向の弾性率が10GPa以下の値であるUD C/C複合材料を用いるのが好ましい。

【0018】このような複合材料の平板は、半導体やセラミックスと接着しても、-40～150℃のような温度範囲で、金属の平板と比べて熱応力の発生が小さい。その理由は、炭素繊維の断面方向の熱膨張係数及び母材

の炭素、シリコンカーバイド、金属シリコン、あるいはガラスの熱膨張係数が $4 \sim 8 \times 10^{-6} / \text{K}$ と、シリコンなどの半導体やアルミナなどのセラミックスのそれと比較的近いためである。

【0019】このような複合材料の平板は、熱伝導率、接着時の熱応力の観点からすれば、それ自体、半導体パッケージ用の放熱板として優れているが、更に十分な強度を有し、反りのない平面性の良い表面を有し、また十分な気密性、封止性を有するようにするために、上述した複合材料の平板の表裏両面に薄板状の金属部材を被覆

接合することが、本発明の特徴である。

【0020】上述した複合材料の平板の表裏両面に金属部材を被覆接合しない場合は、この平板は厚さが1mm前後(0.5~2mm)であるので、半導体パッケージ組立加工時に破損が起るおそれがあり、また使用時の信頼性にも問題があり、更に厚さ方向に微細な気孔が連通しているため、気密性が低い。

【0021】また、上述した複合材料の平板の表裏両面に金属部材を被覆接合するのではなくて、片面にのみ金属部材を被覆接合した場合は、接合終了時あるいはその後の取扱い時に片側の応力集中により反りが生じ、また多くの場合は、複合材料側に割れが生じるので使用できない。これは、金属部材の熱膨張係数及び弾性率が複合材料部分に比べて大きいために、高温時に熱歪みがなくても、冷却時に片側の金属部材が収縮し、一方反対側の複合材料はあまり収縮しないので、金属部材側が凹に複合材料側が凸に反りが生じ、またひび割れも生ずる結果となる。もちろん、複合材料面の露出による取扱い時の複合材料粉の発生の問題も生じる。

【0022】本発明の場合は、複合材料部分が1mm前後の厚さであり、非常に薄いので“反り”やすく、また用途が半導体に接着して用いるものであるため、小さい“反り”も問題となる。複合材料の表裏両面に同じ材料の金属部材か又は熱膨張係数が近い金属部材を接合することにより、表裏面がほぼ均等な熱応力を生ずるために、この“反り”を極めて小さくすることができる。従って、本発明においては、複合材料平板の表裏両面に金属部材を接合被覆することが必須であり、製作時は表裏面同時に、金属部材を接合することが好ましく、また両面とも同一材料の金属部材を接合することが好ましい。

【0023】上述の金属部材としては、金属箔、金属板及び金属放熱フィンなどがあり、銀、銅、アルミニウムあるいは合金などの熱伝導率が高く接着性の良い、箔、板、放熱フィンとして用いられる材料から選ぶことができるが、価格及び低温ハンダでの接着性を考慮すると、銅箔、銅板等が好ましい。また、熱膨張の点からはモリブデン、コバルト、42%ニッケル合金等が好ましい。

【0024】また、上述の金属部材の厚さは十分薄い、すなわち50μm以下(好ましくは5~40μm)であることが必要で、あまり厚いと、金属は熱膨張係数が大

きく且つ弾性率も大きいので、シリコンなどの半導体やセラミックス等の封止材との接着において、温度変化による熱応力の発生が大きくなり、剥がれや破損を生じるし、更に前述の複合材料の平板の表裏面への接合においても、剥がれが生じる場合がある。また、この金属部材を両面に接合した放熱板は、全体の厚さに制約があるため、金属部材を厚くすると、その分複合材料の板を薄くする必要が生じるが、前述のような炭素繊維が厚さ方向に配列した一方向性複合材料の板を0.8mmより薄い厚さに加工することは困難を伴ない、加工歩留りを悪化させる。このような理由によって、0.1mm厚以上の金属部材は不適当であり、50μm厚以下の金属部材が使用される。

【0025】このような金属部材を、前述した複合材料の平板の両面に接合する方法としては、エポキシ樹脂系高分子接着剤を用いる接着などが知られている。ただ、高分子接着剤を用いる方法では、耐熱温度が低く、また電気抵抗が大きいなどという欠点がある。

【0026】そこで、このような点を改善するために、本発明では金属ロウを用いて金属箔をカーボン材に接合する方法を考案した。金属ロウとしては、銀ロウ、ニッケルロウ、銅ロウなどを使用するとカーボン及び金属箔と良好な接着を得ることが可能である。銀ロウの場合は溶解温度が600℃から1000℃程度のものであるが、カーボンとの接着性からはチタンを含有した活性銀ロウと呼ばれるロウ材を使用する必要がある。この場合、熔融温度は800℃以下と他のロウ材と比較すると低いので作業性は良いが、反応性の高いチタンを含有しているために、真空炉又はアルゴン雰囲気炉によりのみ良好な接合が可能である。また、ニッケルロウ及び銅ロウの場合は、熔融温度は800℃以上と銀ロウより高いが、水素雰囲気でのロウ付けが可能であり、連続処理により良好な接合が可能である。

【0027】使用する金属箔としては、ロウ材との濡れ性が必要であると同時に、ロウ材よりも高い熔融温度を有する必要がある。そのため、使用される金属箔としては銅、モリブデン、ステンレス、ニッケル合金、クロム合金などが良い。

【0028】使用する金属部材と金属ロウとについて、より具体的に説明すると、例えば金属部材として銅箔を用いた場合には、金属ロウとしてニッケルロウ(特にBNi-7のロウ材)を用いることが好ましい。また、金属部材としてモリブデン箔を用いた場合には、金属ロウとしてニッケルロウを用いることが好ましい。また、金属部材としてニッケル合金(鉄-ニッケル)、ステンレス鋼及びクロム鋼(鉄-クロム)を用いた場合には、金属ロウとして銅ロウ又はニッケルロウを用いることが好ましい。

【0029】接合の実施に当たっては、上記のように溶解温度800℃超過の金属ロウ、例えばニッケルロウ又

は銅ロウを用いる場合は、水素雰囲気連続炉中で900℃～1,200℃の温度で行うことができるし、また真空炉中で、900℃～1,200℃の温度で行うことができる。また、必要に応じプレスをかけながら行ってもよい。ロウ付け温度が1,200℃超過では、金属部材が溶けたり、しわになったり、あるいはロウ材と金属部材とが合金化したりすることがあるし、逆に900℃未満では、ロウ材がよく溶けなかったり、粘度が高く濡れが悪かったりして強固な接合が望めなくなる。具体的に言うと、薄板状の金属部材上に金属ロウをセットし、その上に複合材料平板を重ね、更にその上に金属ロウと金属部材とをその順に重ね、必要に応じてプレスをかけ、水素連続炉又は真空炉中で所望の温度まで昇温し、所定時間保持するという方法が好適である。

【0030】本発明の放熱板は、炭素繊維が厚さ方向に配列している一方向性炭素繊維強化複合材料の平板の表裏両面に、金属ロウを介して薄板状金属部材を接合してなる構造のものとしたことから、厚さ方向に高熱伝導性(200W/m・K)を有しているため放熱性が良好で*

繊維軸方向熱伝導率	500 W/m・K
〃 電気抵抗	200 $\mu\Omega$ cm
繊維直角方向熱伝導率	7 W/m・K
〃 電気抵抗	5500 $\mu\Omega$ cm
〃 弾性率	7 GPa
〃 熱膨張率	$7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

【0033】金属箔として厚さ10 μ mの無酸素銅箔(融点1083℃)を、金属ロウとしてニッケルロウ(BNi-7、融点890℃)を用い、銅箔/ニッケルロウ/複合材料/ニッケルロウ/銅箔の順に重ねて、水素連続炉中で950℃に加熱して接合した。この時、特に圧力はかけなかった。接合後の外観及び断面構造は、それぞれ図1及び図2で示されるものであった。

【0034】得られた接合板は、ニッケルロウがカーボンと銅の両方に良好に濡れて広がり、強固な接着構造となっていた。なお、その時のニッケルロウの厚さは約10 μ mであった。また、この接合板の厚さ方向の熱伝導率は250W/m・Kで、広さ方向の熱膨張率は $11 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、広さ方向の弾性率は14GPaであり、電気抵抗は測定値限界以下(ミリオームテスター使用)であった。

【0035】次に、シリコン板とアルミナ板との間に、作製した放熱板をハンダ(錫60%、鉛40%)で接合して、熱サイクル(0℃から150℃)を繰り返し10

*あり、且つ広さ方向に低弾性率(40GPa以下)を有するため熱応力の発生が低く、更に高耐熱温度(800℃以上)を有するため、シリコン、アルミナ等と接合する場合、高温ハンダ付けが可能であり、更にはNiロウ、Cuロウ等を使用すれば銀ロウ付けも可能であり、しかも低電気抵抗(400 $\mu\Omega$ cm以下)であるため、パワートランジスタ用として使用可能である。

【0031】

【実施例】以下、実施例により本発明を更に詳細に説明するが、本発明の技術的範囲がこれらにより限定されるものではない。

【0032】実施例1

UD C/C複合材料として、表1に示す物性を有するブロック材料を用い、そのブロックをマルチワイヤースーを用いて繊維配列方向と直角方向に切断し、サイズ25.4×25.4×1.0mm(繊維方向は1mm)の薄板に切り出した。

【表1】

0回与えて、テストを実施したが、剥離や破損などの問題は発生しなかった。

【0036】実施例2

実施例1と同じUD C/C複合材料の薄板を用い、たゞ金属箔としては厚さ20 μ mのモリブデン箔を使用し、またロウ材としてはニッケルロウ(BNi-1、融点975～1040℃)を使用した。実施例1と同様にして、モリブデン箔/ニッケルロウ/複合材料/ニッケルロウ/モリブデン箔を重ね、水素連続炉中で1100℃に加熱して接合した。この時、特に圧力はかけなかった。

【0037】その結果、実施例1と同様に良好な接合が出来た。また、接合テストも問題なかった。得られた接合板の厚さ方向の熱伝導率は230W/m・Kであり、広さ方向の熱膨張率は $6.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であり、広さ方向の弾性率は25GPaであり、電気抵抗は測定値限界以下(ミリオームテスター使用)であった。

【0038】実施例3

実施例1と同じUD C/C複合材料の薄板を用い、たゞ金属箔として10 μ m厚のステンレス(SUS304)箔を使用し、またロウ材として銅ロウ(BCu-1、融点1083℃)を使用した。実施例1と同様に、ステンレス箔/銅ロウ/複合材料/銅ロウ/ステンレス箔を重ね、水素連続炉中を用いて1150℃に加熱して接合した。この時、特に圧力はかけなかった。

【0039】その結果、実施例1と同様に良好な接合が出来た。また、接合テストも問題なかった。得られた接合板の厚さ方向の熱伝導率は320W/m \cdot Kであり、

広さ方向の熱膨張率は9 $\times 10^{-6}$ /℃であり、広さ方向の弾性率は15GPaであり、電気抵抗は測定値限界以下(ミリオームテスター使用)であった。

【0040】実施例4

実施例1と同じUD C/C複合材料の薄板を用い、たゞ金属箔としては厚さ10 μ m厚のニッケル箔を使用し、またロウ材としては活性銀ロウ(融点780~800℃)を使用した。ニッケル箔/活性銀ロウ/複合材料/活性銀ロウ/ニッケル箔を重ね、真空ホットプレスにて850℃に加熱して接合した。この時、圧力を5MPaかけた。

【0041】その結果、実施例1と同様に良好な接合が出来た。また、接合テストも問題なかった。得られた接合板の厚さ方向の熱伝導率は280W/m \cdot Kであり、広さ方向の熱膨張率は10 $\times 10^{-6}$ /℃であり、広さ方向の弾性率は12GPaであり、電気抵抗は測定値限界*

*以下(ミリオームテスター使用)であった。

【0042】比較例1

厚さ35 μ mの銅箔の片面に、エポキシ系接着剤を約40 μ mの厚さに均一に添付したものを用意し、実施例1で用いたと同じUD C/C複合材料の薄板の表裏両面に、銅箔の接着剤塗布面を向けて張り合わせ、ホットプレスで接着面当り50kg/cm²の圧力を加え、150℃にて2時間保持して、接合したところ、良好な接合ができた。実施例1と同様の接合テストでも問題は発生しなかったが、耐熱温度が低いために、高温ハンダ(350℃)を用いた時は、樹脂が黒色に変質すると共に、融けて流れだし、銅箔が複合材料から剥離した。また、テスト前の電気抵抗は10m Ω と大きな値を示し、パワーデバイス等の大電流の流れる用途では使用することが出来なかった。得られた接合板の物性は、熱伝導率290W/m \cdot K、熱膨張率12 $\times 10^{-6}$ /℃、弾性率は15GPa、電気抵抗10m Ω であった。

【0043】実施例1~4及び比較例1で得られた厚さ約1mmの放熱板の性能を各種の金属製の放熱板の性能とあわせて、表2に示す。表2から、実施例1~4の放熱板は、Si(厚さ0.5mm)、Al₂O₃(厚さ1mm)と接合した場合、いずれも従来材より低い熱歪率となっていることがわかる。

【0044】

【表2】

厚さ1mmの放熱板	厚さ方向の熱伝導率(W/m \cdot K)	広さ方向の熱膨張率($\times 10^{-6}$ /℃)	広さ方向の弾性率(GPa)	厚さ0.5mmSiとの接着部(Si)の熱歪率(10^{-6} /K)	厚さ1mmAl ₂ O ₃ との接着部(Al ₂ O ₃)の熱歪率(10^{-6} /K)	耐熱温度(℃)
銅板	400	17	120	7.3	4.1	(1083)
7Nミニウム板	240	24	69	5.7	3.4	(660)
銀板	430	19	73	4.2	2.6	(1234)
タングステン板	170	5	390	0.4	1.5	(3683)
銅/タングステン板	200	7	290	2.3	0	(1083)
実施例1	250	11	14	0.9	0.2	890
実施例2	230	6.5	25	0.5	0.0	975
実施例3	240	10	13	0.7	0.2	1083
実施例4	280	10	12	0.7	0.1	780
比較例1	290	12	15	1.1	0.2	200

【0045】

【発明の効果】本発明の放熱板は、炭素繊維が厚さ方向に配列している一方向性炭素繊維強化複合材料の平板の表裏両面が、薄板状金属部材によって金属ロウを介して被覆されている構造からなるものとしたことから、厚さ方向の熱伝導率が銅/タングステン複合材料のそれと同

等か又はそれ以上という高いものとする事ができるため放熱性が非常に良好であり、また広さ方向の熱膨張係数がシリコン半導体やアルミナ等のそれと近く、しかもその広さ方向の弾性率も小さいものとする事ができるため、半導体パッケージとしたときに、温度変化による熱応力発生が小さく、剥がれたり、割れたりすること

や、半導体への悪影響を生じない。もちろん、気密性、封止性も良好である。その上、800℃以上という高耐熱温度を有するため、高温ハンダ付け、銀ロウ付けが可能であり、更に電気抵抗が低いので、パワートランジスタ用としても使用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の放熱板の外観図である。

【図2】本発明の放熱板の模式断面図である。

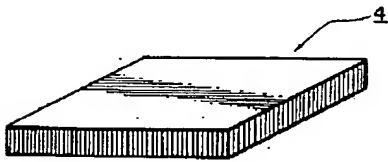
【図3】放熱板付き半導体パッケージの模式断面図である。

*【符号の説明】

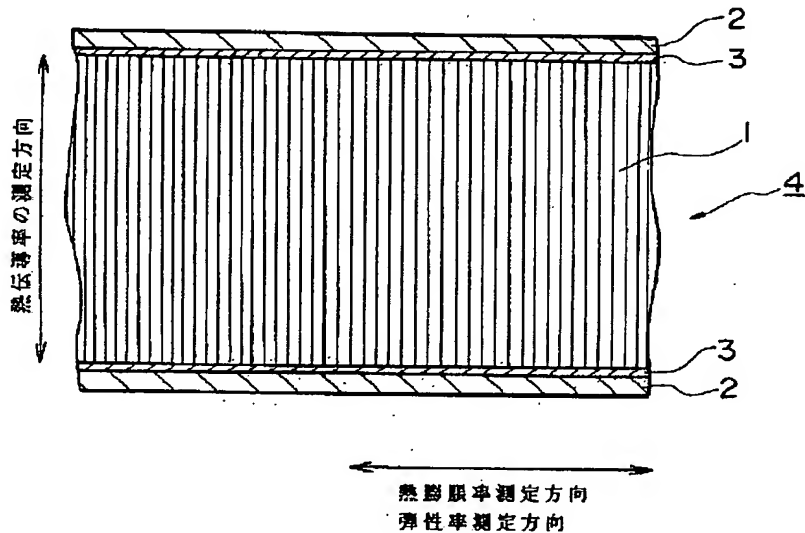
- 1 一方向性炭素繊維強化複合材料の平板
- 2 薄板状の金属部材
- 3 金属ロウ材層
- 4 放熱板
- 5 半導体（シリコンチップ）
- 6 セラミックス封止体
- 7 ボンディングワイヤー
- 8 端子

*10

【図1】



【図2】



【図3】

